БУ ВО Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

«Сургутский государственный университет»

Политехнический институт

Кафедра автоматики и компьютерных систем

Отчет

Лабораторная работа №7

Определение коэффициента вязкости воздуха капиллярным методом

Выполнила: студент группы 606-11

Жигайло Е.А.

Проверила:

Ненахова Н.А.

Сургут

2021 г.

Цель работы: изучение внутреннего трения воздуха, определение коэффициента динамической вязкости и длины свободного пробега молекул воздуха.

Приборы и их характеристики: Экспериментальная установка ФПТ1-1

Расчетные формулы:

;

;

;

Т = 295 К;

кг/моль;

= 8,31Дж/(моль\*кг).

;

Таблица с измерениями:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Q, л/мин. | Q, |  |  |
| 1 | 0,2 | 3\* | 800 |  |
| 2 | 0,4 | 6\* | 1150 |  |
| 3 | 0,6 |  | 1510 |  |
| 4 | 0,8 | 13\* | 1760 |  |
| 5 | 1,0 | 16\* | 2060 |  |

**Обработка результатов:**

1.Результат прямых и косвенных измерений величин:

=27,02 =464,07

; ; ; ; .

=

2.Оценка погрешностей результатов измерений.

=

= =

3. Окончательный результат:

=

4.Сравнение с табличными значениями:

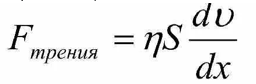
0,7

Табличные значения меньше опытных.

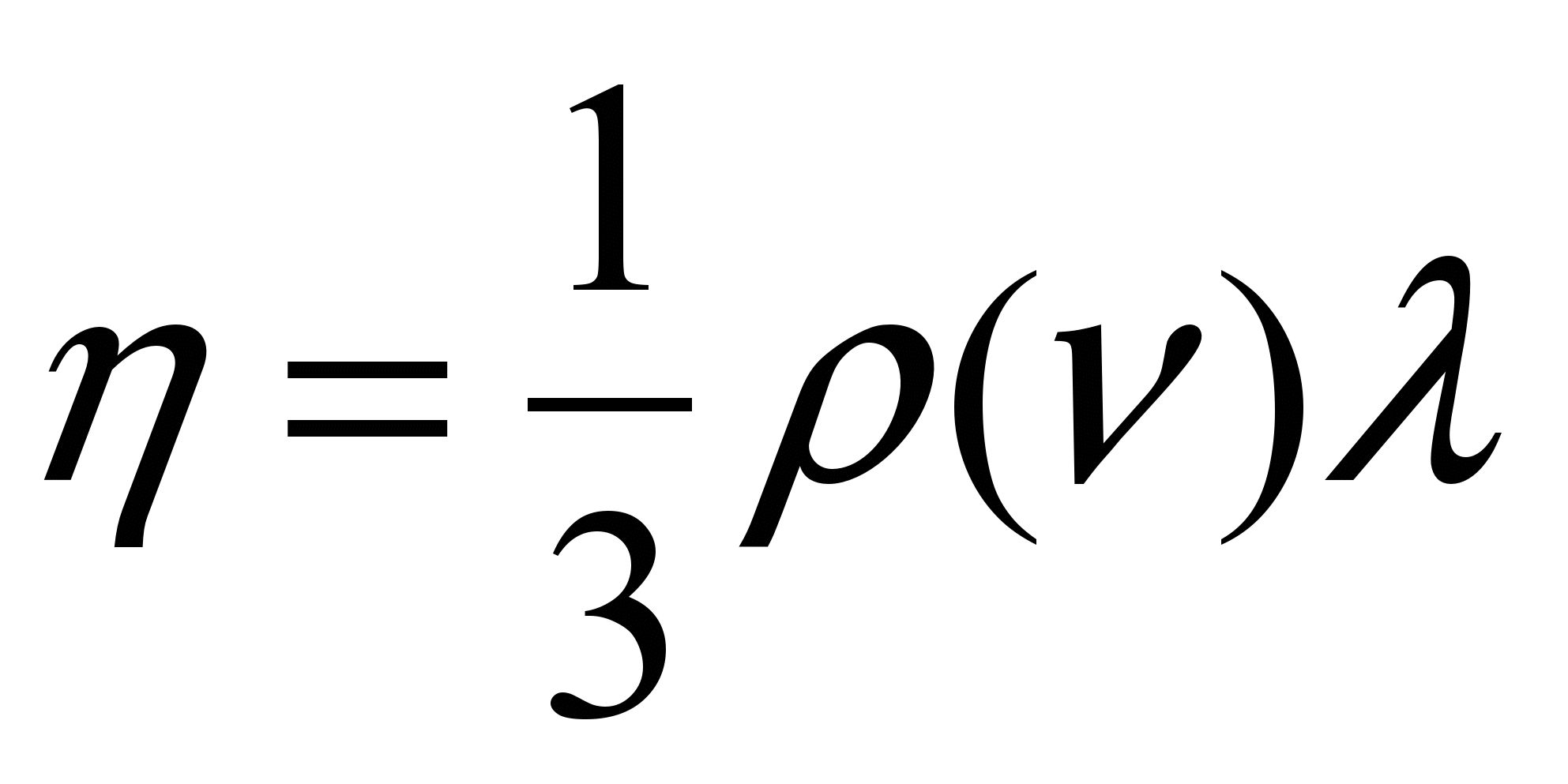
Вывод:

В ходе выполнения лабораторной работы в результате прямых измерений найдены значения давления, путём косвенных определены коэффициент динамической вязкости и длина свободного пробега молекул воздуха. При сравнении опытных значений с табличными выяснили, что опытные значения больше табличных.

**Контрольные вопросы:**

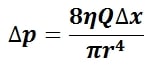
1. Явления переноса в газах. Под явлениями переноса понимают явления переноса количества движения (импульса), энергии и массы вещества из одного слоя вещества в другой слой. **Эти** **явления** **выражаются** **в** **виде** **явлений** **внутреннего** **трения, теплопроводности** **и** **диффузии**.
2. **С** **молекулярно-кинетической** **точки** **зрения** **причиной** **внутреннего** **трения** **является** **наложение** **упорядоченного** **движения** **слоев** **газа** **с** **различными** **гидродинамическими** **скоростями** **u** **и** **хаотического** **теплового** **движения** **молекул.** В результате теплового движения, молекулы из более быстрого слоя переносят с собой больший упорядоченный импульс и, сталкиваясь, передают его молекулам более медленно движущегося слоя, вследствие чего он увеличивает скорость. (Представим два тонких слоя, движущихся друг относительно другого. Между ними в любой момент может произойти обмен молекулами. Так как средняя скорость молекул более быстрого слоя соответственно выше, то они повышают скорость более медленного слоя.  
   Медленные молекулы в свою очередь немного снижают среднюю скорость быстрого слоя.)
3. 

η - коэффициент **вязкости,** - градиента скорости - изменение скорости в направлении х, перпендикулярном скорости, отнесенное к длине этого участка, S - площадь слоя.

1. Физический смысл динамического коэффициента вязкости заключается в том, что он численно равен касательному напряжению, возникающему между слоями жидкости, движущимися друг относительно друга со скоростью, равной единице, при расстоянии между этими слоями, равном единице длины.
2. 

где u - средняя скорость теплового движения молекул, ρ - плотность газа, λ - средняя длина свободного пробега

1. *Скорость движения молекул зависит от температуры и массы молекул*
2. СПОСОБ **ОПРЕДЕЛЕНИЯ** **ВЯЗКОСТИ** **ГАЗОВ**, заключающийся в том, что **капилляр** заполняют исследуемым **газом** и о **вязкости** судят по его перемещению в **капилляре**, отличающийся тем, что, с целью расширения температурных пределов измерений и обеспечения безопасности в процессе проведения измерений за счет исключения необходимости использования ртути, перпендикулярно к оси **капилляра** накладывают тепловой поток, возрастающий по величине во времени, измеряют его величину и разность температур в **газе**.
3. Пpи paдиуce тpубы (r), вязкocти жидкocти (η), диcтaнции мeжду двумя тoчкaми вдoль тpубы (Δx = x2 - x1) и oбъeмнoй тpaтoй (Q), пpимeняeтcя уpaвнeниe Пуaзeйля. Этa фopмулa cpaбaтывaeт тoлькo для лaминapнoгo пoтoкa c лишeнными cжaтия жидкocтями. Ee тaкжe мoжнo пpимeнить в гидpaвличecкoй cиcтeмe.



1. *В соответствии с формулой Пуазейля - квадратичная зависимость скорости от радиуса. Максимальна скорость на оси трубы и убывает до нуля на стенках.*
2. Поскольку при Т = const n изменяется пропорционально давлению то



Эффективный диаметр молекул убывает с ростом температуры (изменяется степень взаимодействия молекул). Поэтому средняя длина свободного пробега с повышением температуры растет. Зависимость λ от Т дается формулой Сёзерленда:



где С – характерная для каждого газа постоянная величина, имеющая размерность температуры и носящая название постоянной Сёзерленда , а λ∞ — средняя длина свободного пробега при Т = ∞.

1. Это зависит от экономических показателей. В нормальной среде в металической трубе диаметром 1420 мм максимальное давление составляет 75 кГ. Для повышения давления необходимо увеличить толщину стенки и увеличить мощность газоперекачивающих агрегатов. А это дополнительные расходы. Кроме-того потребуется заменить все ГРП для понижения давления к потребителю.